

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ ⑫ Offenlegungsschrift
⑯ ⑯ DE 43 39 122 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
H 04 L 1/22
H 04 L 29/02

⑯ ⑯ Aktenzeichen: P 43 39 122.2
⑯ ⑯ Anmeldetag: 18. 11. 93
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 18. 5. 95

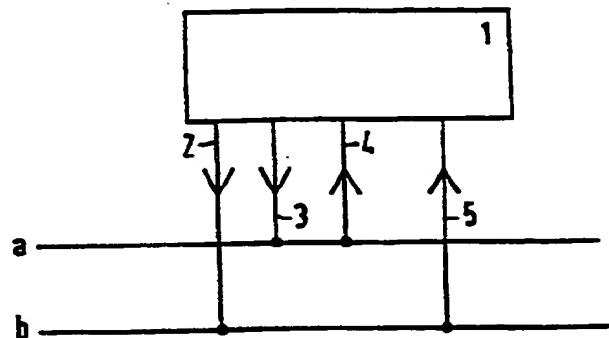
⑯ ⑯ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑯ ⑯ Erfinder:
Buchholz, Dieter, Dipl.-Inform., 76275 Ettlingen, DE;
Loske, Hermann, Dipl.-Ing., 76187 Karlsruhe, DE;
Stadter, Werner, Dipl.-Inform. (FH), 76761 Rülzheim,
DE; Vukas, Nikola, Dipl.-Ing., 76139 Karlsruhe, DE

⑯ ⑯ Verfahren und Einrichtung zur Steuerung des Zugriffs auf mehrere redundant ausgeführte Übertragungskanäle

⑯ ⑯ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Einrichtung zur Steuerung des Zugriffs auf mehrere redundant ausgeführte Übertragungskanäle (a, b), bei welchem ein sendender Teilnehmer (1) eine zu übertragende Botschaft gleichzeitig auf mehrere Übertragungskanäle (a, b) sendet und ein empfangender Teilnehmer die Botschaft auf einem Übertragungskanal (a; b) empfängt und gleichzeitig auf dem oder den weiteren Kanälen (b; a) mithört. Der empfangende Teilnehmer überwacht die korrekte Übertragung mehrerer Botschaften auf den Übertragungskanälen (a, b), bildet jeweils einen Vergleichswert zur Beurteilung der Übertragungssicherheit der einzelnen Übertragungskanäle (a, b) und wählt in Abhängigkeit von diesen Vergleichswerten einen Übertragungskanal (a, b) zum Empfang einer Botschaft aus. Dazu werden vorteilhaft Startzeichen (SD), die jeweils den Beginn einer Botschaft kennzeichnen, und Prüfzeichen, die sich jeweils am Ende einer Botschaft befinden, überprüft. Auf diese Weise kann eine Beurteilung der Übertragungskanäle (a, b) über einen längeren Zeitraum erfolgen.

Die Erfindung wird angewandt bei Bussystemen.



DE 43 39 122 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03.95 508 020/335

8/29

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Steuerung des Zugriffs auf mehrere redundant ausgeführte Übertragungskanäle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus dem IEEE-Standard 802.4b-1992: "Enhancements for Physical Layer Diversity" ist bekannt, zur Erhöhung der Verfügbarkeit eines Bussystems mehrere redundant ausgeführte Übertragungskanäle vorzusehen. An jeden dieser Übertragungskanäle sind Teilnehmer angeschlossen, die sowohl Sender als auch Empfänger von Botschaften sein können. Geeignete Übertragungskanäle sind beispielsweise elektrische Zweidrahtleitungen oder Koaxialkabel sowie Lichtwellenleiter. Zur Übertragung einer Botschaft von einem Sender zu einem Empfänger wird die Botschaft von dem sendenden Teilnehmer gleichzeitig auf mehreren Übertragungskanälen ausgesendet. Ein empfangender Teilnehmer empfängt die Botschaft von einem Übertragungskanal und hört die Botschaft gleichzeitig auf den weiteren Übertragungskanälen mit. Aufgrund physikalischer Eigenschaften der Übertragungskanäle kann die Übertragung einer Botschaft vom Sender zum Empfänger mit Störungen behaftet sein. Tritt eine Störung auf einem der Übertragungskanäle auf, so könnte unmittelbar der Empfang auf die nicht gestörten Übertragungskanäle umgeschaltet werden. Die bereits empfangene Information einer gestörten Botschaft kann dabei verlorengehen. Dieses Verfahren wäre bei sporadisch auftretenden Störungen von Nachteil, da in diesem Fall der Empfang ständig zwischen den Übertragungskanälen hin- und hergeschaltet wird. Ebenso kann der Fall auftreten, daß bei einer Störung auf einem Übertragungskanal mit ansonsten guter Übertragungssicherheit sofort auf einen Übertragungskanal umgeschaltet wird, dessen Übertragungssicherheit unter Umständen erheblich schlechter ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung des Zugriffs auf mehrere redundant ausgeführte Übertragungskanäle zu finden, bei welchem die oben genannten Nachteile vermieden werden, und eine entsprechende Einrichtung zu schaffen.

Zur Lösung dieser Aufgabe weist das neue Verfahren der eingangs genannten Art das im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 genannte Merkmal bzw. die neue Einrichtung das kennzeichnende Merkmal des Anspruchs 12 auf. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß auch bei sporadisch auftretenden Fehlern auf einzelnen Übertragungskanälen Botschaften immer von den Übertragungskanälen empfangen werden, die eine gute Übertragungssicherheit gewährleisten. Ein Datenverlust durch unnötiges Umschalten schon bei einmaligen Fehlern wird vermieden und damit der Botschaftsdurchsatz insgesamt erhöht. Für die Beherrschung von Fehlern auf den redundant ausgeführten Übertragungskanälen wird vorteilhaft eine die Übertragungssicherheit kennzeichnende Größe ermittelt, die auch für Diagnosezwecke aussagekräftig ist. Dies kann auf einfache Weise durch Aufzählen der jeweils auf den Übertragungskanälen korrekt erkannten Startzeichen und am Botschaftsende befindlicher korrekter Prüfzeichen und Vergleich der gewonnenen Ergebnisse erfolgen. Wenn Übertragungskanäle mit geringerer Übertragungssicherheit, deren Vergleichswert eine vorgegebene Schwelle überschreitet,

von der Auswahl als Empfangskanal ausgeschlossen werden, sind nur die Datenübertragungskanäle beteiligt welche die beste Übertragungssicherheit aufweisen. In diesem Fall muß aber das Verstreichen des vorgegebenen ersten Zeitintervalls nach dem Empfang einer Botschaft abgewartet werden, um ein Überschreiben auf Übertragungskanäle, die mit einer größeren Zeitverzögerung behaftet sind, zu verhindern. Andernfalls kann mit dem Ausenden einer Botschaft als Reaktion auf die zuvor empfangene Botschaft sofort nach dem Ende der empfangenen Botschaft begonnen werden, ohne dadurch die Übertragungssicherheit zu gefährden. Auf diese Weise wird erreicht, daß nicht die maximal auftretende Verzögerung zweier Botschaften im Bussystem abgewartet werden muß, sondern nur die tatsächlich bei der Übertragung einer Botschaft von dem aktuell sendenden Teilnehmer zum empfangenden Teilnehmer. Diese Zeitverzögerung kann zwar den Maximalwert erreichen, ist aber in den meisten Fällen geringer. Im Mittel führt das erfindungsgemäße Verfahren somit zu einer erheblichen Steigerung des Botschaftsdurchsatzes. Vorteilhaft wertet der empfangende Teilnehmer zur Auswahl des Empfangskanals nur die Startzeichen aus, die nach Erkennen des zuerst ankommenden Startzeichens innerhalb eines vorgegebenen ersten Zeitintervalls, das dem um einen Sicherheitsbetrag erhöhten maximalen Zeitversatz der Botschaft auf den verschiedenen Übertragungskanälen entspricht, erkannt werden. Dadurch wird vermieden, daß bei einer zeitweisen Störung eines Übertragungskanals die Botschaft erneut ausgesendet werden muß. Beim Empfang einer Botschaft tritt in jedem Fall kein Datenverlust auf, wenn die ab dem zuletzt erkannten Startzeichen empfangene Information in dem empfangenden Teilnehmer zwischen gespeichert wird, bis ein weiteres Startzeichen innerhalb des vorgegebenen Zeitintervalls erkannt wird. Damit bei einem gestörten Übertragungskanal ein fehlerhafter Empfang einer Botschaft das Bussystem nicht blockiert, andererseits aber eine Botschaft in jedem Fall vollständig empfangen wird, bleibt ein Übertragungskanal zum Empfang einer Botschaft zumindest ausgewählt, bis nach Start der Botschaft entweder das Ende erkannt wurde oder ein vorgegebenes zweites Zeitintervall verstrichen ist, das größer als die maximale Länge einer Botschaft ist. Wenn der Übertragungskanal derart gestört ist, daß innerhalb des zweiten Zeitintervalls kein Prüfzeichen erkannt werden konnte, wird der Übertragungskanal von der Auswahl ausgeschlossen. Um eine Wiederholung eines gestörten Empfangs zu verhindern, wird ein von der Auswahl ausgeschlossener Übertragungskanal erst nach Überschreiten einer vorgegebenen Anzahl korrekt erkannter Start- und Prüfzeichen wieder in die Auswahl einbezogen.

Anhand der Zeichnungen, in denen zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Bussysteme dargestellt sind, werden im folgenden die Erfindung sowie Ausgestaltungen und Vorteile näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Teilnehmer an einem Bussystem mit zwei redundant ausgeführten Übertragungskanälen,

Fig. 2 ein Zeitdiagramm für den Empfang einer Botschaft,

Fig. 3 eine Unterbrechung eines Übertragungskanals als Störung in einem redundant ausgeführten Bussystem mit zwei Teilnehmern in einem logischen Token-Ring und

Fig. 4 eine Unterbrechung beider Übertragungskanäle in einem Bussystem mit sechs Teilnehmern.

Nach Fig. 1 ist ein Teilnehmer 1 an zwei redundant ausgeführten Übertragungskanälen a und b angeschlossen. Zwei voneinander getrennte Zuleitungen 2 und 3 dienen zum gleichzeitigen Senden von Botschaften auf die Übertragungskanäle a bzw. b und damit an weitere, in der Fig. 1 der Übersichtlichkeit wegen nicht dargestellte Teilnehmer. Mit Zuleitungen 4 und 5 ist der Teilnehmer 1 zum Empfang der Botschaft über wahlweise einen der beiden Übertragungskanäle a und b mit diesen verbunden. Durch die Pfeile an den Zuleitungen 2...5 werden jeweils die Richtungen der Datenübertragung angedeutet. Der Teilnehmer 1 empfängt über die Zuleitung 4 oder die Zuleitung 5. Welche von beiden ausgewählt wird, bestimmt eine in dem Teilnehmer 1 befindliche Redundanzsteuerung. Auf der zweiten, nicht ausgewählten Zuleitung wird gleichzeitig mitgehört. Auf beiden Zuleitungen 4 und 5 werden Start- und Prüfzeichen der Botschaft ausgewertet. In dem bekannten 7-Schichten-Modell kann die Auswahl derart erfolgen, daß Physical Layer und Medium Access Unit zweifach vorhanden sind und zwischen Data Link Layer und den beiden Physical Layer eine Schalteinheit zur Auswahl des Übertragungskanals vorgesehen ist. Eine Redundanzsteuerung zur Ausführung des erfundungsgemäßen Verfahrens kann sowohl in einen Teilnehmer, z. B. ein Automatisierungsgerät, integriert werden, das dann über einen redundanten Busanschluß verfügt, der Teilnehmer kann aber auch als autarke Einheit ausgeführt werden, der an einen Busanschluß eines Geräts angeschlossen wird und die Anbindung an ein Bussystem mit den beiden redundanten Übertragungskanälen a und b gewährleistet. Derartige autarke Geräte sind kaskadierbar, d. h. es können zwei redundant ausgeführte Übertragungskanäle mit einem autarken Gerät zu einem Übertragungskanal zusammengefaßt werden, der wiederum einen von zwei redundant ausgeführten Übertragungskanälen darstellt, der auf ein weiteres autarkes Gerät geführt ist. Auf diese Weise können beliebig viele Übertragungskanäle redundant ausgeführt werden. In einer alternativen Ausführung verfügt der Teilnehmer selbst über eine Vielzahl von Anschlüssen für redundant ausgeführte Übertragungskanäle. Im folgenden wird ein Zugriffsverfahren für zwei redundant ausgeführte Übertragungskanäle beschrieben. Das zugrundeliegende Prinzip kann aber leicht auf eine größere Anzahl redundanten Übertragungskanäle übertragen werden.

Zur Auswahl eines Übertragungskanals zum Empfang der Botschaft sind bestimmte Umschaltkriterien erforderlich, die alle Teilnehmer am Bussystem in gleicher Weise befolgen. In den Teilnehmern werden korrekte Startzeichen SD und Prüfzeichen (z. B. FCS), die jeweils auf einem Übertragungskanal empfangen werden, gezählt und durch einen Vergleich der ermittelten Ergebnisse ein Vergleichswert berechnet. Dies kann in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 beispielsweise dadurch geschehen, daß ein Zähler bei jedem korrekten Zeichen auf Übertragungskanal a um Eins inkrementiert und bei jedem korrekten Zeichen auf Übertragungskanal b dekrementiert wird. Ein positiver Zählerstand zeigt somit direkt den Vergleichswert an, der besagt, daß auf Übertragungskanal a um den Zählerstand mehr korrekte Zeichen empfangen wurden als auf Übertragungskanal b. Bei einem negativen Zählerstand ist entsprechend die Übertragungssicherheit auf dem Übertragungskanal b besser. Mit einem Umschaltkriterium wird nun in Abhängigkeit vom Zählerstand der Übertragungskanal mit der schlechtesten Übertragungssicherheit von der Auswahl als Empfangskanal

ausgeschlossen. Damit nicht ständig zwischen den Übertragungskanälen aufgrund einzelner Fehler hin- und hergeschaltet wird, wird das Umschaltkriterium erst aktiv, wenn der Betrag des Zählerstandes 3 übersteigt.

5 Zusätzlich wird der Maximalbetrag des Zählerstandes auf 4 begrenzt, um einen ausgeschlossenen Übertragungskanal nach Wegfall der Störung wieder schnell in die Auswahl einzubeziehen. Oberhalb der Schwelle mit dem Wert 3 wird also der Übertragungskanal a für den 10 Empfang der Botschaft ausgewählt, unterhalb der Schwelle mit dem Wert -3 der Empfangskanal b.

Liegt der Zählerstand auf oder innerhalb der beiden 15 Schwellen, so wird der Übertragungskanal zum Empfang der Botschaft ausgewählt, auf welchem ein Startzeichen SD, das den Beginn der Botschaft kennzeichnet, zuletzt erkannt wird. Dies ist an Fig. 2 verdeutlicht. Dort trifft die Botschaft auf dem Übertragungskanal b zeitverzögert gegenüber der Botschaft auf dem Übertragungskanal a ein, jedoch innerhalb eines vorgegebenen

20 Zeitintervalls T_{MSD} , so daß der Übertragungskanal b zum Empfang der Botschaft ausgewählt wird. Um sicherzustellen, daß auch bei einer möglichen Umschaltung keine Information verlorengeht, speichert die Redundanzsteuerung die bereits auf dem Übertragungskanal 25 a eingetroffene Information so lange zwischen, bis der Übertragungskanal b als Empfangskanal ausgewählt wurde. Das Zeitintervall T_{MSD} entspricht dem maximalen Zeitversatz zwischen Botschaften auf den beiden Übertragungskanälen a und b. Wenn abweichend von der Darstellung nach Fig. 2 innerhalb des

30 Zeitintervalls T_{MSD} nur auf Übertragungskanal a ein Startzeichen SD erkannt wird, so ist entsprechend der Definition des Zeitintervalls T_{MSD} die Botschaft auf dem Übertragungskanal b nicht mehr zu erwarten und es wird Übertragungskanal a als Empfangskanal ausgewählt. Da in diesem Fall auf dem Übertragungskanal b offensichtlich ein schwerwiegender Fehler vorliegt, wird 35 gleichzeitig der Zählerstand auf den Wert 4 gesetzt. Ein Empfangskanal bleibt bis zum Erkennen des Endes einer Botschaft ausgewählt, es sei denn, daß ein zweites vorgegebenes Zeitintervall abläuft, das der zweifachen maximalen Länge einer Botschaft entspricht. Dieses zweite Zeitintervall wird auf beiden Übertragungskanälen überwacht und bei Überschreiten auf den fehlerfreien 40 Übertragungskanal umgeschaltet. Gleichzeitig wird der Zählerstand auf einen der Werte +4 oder -4 gesetzt, um zu markieren, daß auf einem Übertragungskanal eine schwerwiegende Störung vorliegt. Hat der Zählerstand den Wert +4 oder -4, so wird die empfangene Botschaft erst um das Zeitintervall T_{MSD} verzögert weiterverarbeitet, um ein verfrühtes Aussenden einer Botschaft als Reaktion auf die empfangene Botschaft zu 45 verhindern. Dadurch ist gewährleistet, daß sich die Botschaften auch auf dem nicht ausgewählten Übertragungskanal auf dem die empfangene Botschaft eventuell verspätet eintrifft, nicht gegenseitig überlagern. Hat der Zählerstand den Wert +4 oder -4 und wurden 50 Startzeichen und 50 Prüfzeichen in Folge korrekt auf dem zuvor gestörten Übertragungskanal erkannt, dann 50 wird der Zählerstand dekrementiert bzw. inkrementiert, um den wieder störungsfreien Übertragungskanal erneut in die Auswahl einzuschließen.

In Abhängigkeit des Zählerstandes oder des Standes eines weiteren Zählers werden Informationen über die Übertragungskanäle zur weiteren Verarbeitung für eine Redundanzdiagnose zur Verfügung gestellt. In einem Ausführungsbeispiel wird dazu ein weiterer Zähler bei korrekten Startzeichen und Prüfzeichen auf dem Über-

tragungskanal a inkrementiert und bei korrekten Startzeichen und Prüfzeichen auf dem Übertragungskanal b dekrementiert. Zur Auswertung wird der Wert dieses weiteren Zählers alle 500 empfangene Start- und Prüfzeichen in ein Diagnoseregister übernommen und der Zähler zurückgesetzt. Liegt der im Diagnoseregister abgelegte Zählerstand zwischen den Werten -3 und 3, so sind beide Übertragungskanäle ausreichend sicher. Bei einem Wert von +4 ist dagegen der Übertragungskanal b schlecht, bei -4 der Übertragungskanal a.

Im folgenden wird die Behandlung von Fehlersituationen durch das anhand der Fig. 1 und 2 beschriebene Ausführungsbeispiel eines erfundungsgemäßen Verfahrens bei einem Bussystem mit einem Zugriffsverfahren nach einem Token-Passing-Prinzip beschrieben. Das Verfahren ist jedoch nicht an ein bestimmtes Buszugriffsverfahren gebunden.

Fig. 3 zeigt ein Bussystem mit zwei aktiven Teilnehmern 6 und 7 an zwei Übertragungskanälen a und b. Die Teilnehmer 6 und 7 werden als aktiv bezeichnet, da sie in einem Buszugriffsverfahren nach dem Token-Passing-Prinzip den Token, d. h. die Sendeberechtigung, annehmen und die zeitweise Masterschaft am Bus übernehmen können. Sie senden über Zuleitungen 8 bzw. 9, die mit beiden Übertragungskanälen verbunden sind, Botschaften aus. Die Steuerung des Zugriffs für den Empfang von Botschaften mit den Zuleitungen 10, 11 bzw. 12, 13 erfolgt nach dem bereits oben beschriebenen Zugriffsverfahren. Der gezeigte Fehlerfall besteht in einer regelmäßigen Störung des Übertragungskanals a zwischen den beiden Teilnehmern 6 und 7. Als Ausgangslage für die Betrachtung der Fehlerbehandlung wird angenommen, daß der Teilnehmer 6 auf dem Übertragungskanal a empfängt, während er auf dem Übertragungskanal b mithört, der Zählerstand entsprechend dem schlechtesten Fall den Wert 3 hat und der Teilnehmer 6 im Token-Besitz ist. Der Teilnehmer 7 empfängt auf dem Übertragungskanal b, hört auf Übertragungskanal a mit und sein Zählerstand hat ebenfalls den Wert 3. Folge der Störung am Übertragungskanal a ist, daß auf ihm nicht immer ein korrektes Startzeichen oder Prüfzeichen erkannt wird. Bei einer Token-Übertragung von Teilnehmer 6 zu Teilnehmer 7 empfängt Teilnehmer 7 den Token auf Übertragungskanal b, hört aber auf Übertragungskanal a beispielsweise keine korrekten Start- und Prüfzeichen, so daß sein Zählerstand dekrementiert wird. Eine Umschaltung des Empfangskanals erfolgt nicht, da bereits auf dem Übertragungskanal b empfangen wird.

Wenn nun der Teilnehmer 7 an weitere, in Fig. 3 nicht dargestellte Teilnehmer Botschaften sendet, erkennt der Teilnehmer 6 auf dem Übertragungskanal a die Start- und Prüfzeichen der Botschaften nicht. Spätestens nach vier vom Teilnehmer 6 fehlerhaft erkannten Botschaften des Teilnehmers 7 schaltet der Teilnehmer 6 seinen Empfangskanal auf den Übertragungskanal b um, auf dem er korrekte Start- und Prüfzeichen mithört. Alle weiteren Botschaften werden nun auch von dem Teilnehmer 6 verstanden, da nicht mehr der gestörte Übertragungskanal a als Empfangskanal ausgewählt ist.

Sendet Teilnehmer 7 nach dem Token-Empfang eine Aufrufbotschaft, die sofort quittiert werden soll, an Teilnehmer 6, so hat Teilnehmer 6 nach der ersten zulässigen Wiederholung der Aufrufbotschaft auf dem Übertragungskanal b zwei korrekte Start- und zwei korrekte Prüfzeichen mehr erkannt als auf dem Übertragungskanal a. Teilnehmer 7 konnte bei diesem Aufrufzyklus den Teilnehmer 6 noch nicht erreichen. Daraufhin sendet

Teilnehmer 7 in einer weiteren Botschaft den Token an den Teilnehmer 6. Erst nach einer Token-Wiederholung wählt Teilnehmer 6 den Übertragungskanal b als Empfangskanal aus und die zweite Token-Wiederholung und alle weiteren Aufrufe werden wieder von Teilnehmer 6 verstanden, da er nun von dem nicht gestörten Übertragungskanal b empfängt.

In beiden Fällen wird von dem Teilnehmer 6 zuverlässig der ungestörte Übertragungskanal b zum Empfang von Botschaften ausgewählt.

Ein weiterer, nicht in der Fig. 3 dargestellter Fehlerfall wäre, wenn Übertragungskanal a statt einer regelmäßigen Störung während der Übertragung einer Botschaft in eine Dauerstörung übergeht. Dann würde bei einer Botschaftsübertragung von Teilnehmer 7 zu Teilnehmer 6 das Startzeichen der Botschaft noch empfangen, aber beim Empfang der Botschaft ein zweites Zeitintervall, welches das Zweifache der maximalen Länge einer Botschaft beträgt, überschritten. Als Reaktion darauf wird der Stand des Zählers im Teilnehmer 6 auf -4 gesetzt und Teilnehmer 6 wählt danach den ungestörten Übertragungskanal b als Empfangskanal aus. Weitere Botschaften werden nun korrekt empfangen.

Anhand Fig. 4 soll eine Fehlerbehandlung betrachtet werden für den Fall, daß ein Bussystem mit sechs Teilnehmern 14 ... 19 an beiden Übertragungskanälen a und b auseinander geschnitten wurde. Die Teilnehmer 14 und 15 befinden sich an einem Segment des Bussystems und die Teilnehmer 16 ... 19 an dem anderen. Bei einem Token-Passing-Zugriffsverfahren haben sich in den beiden unabhängigen Bussegmenten zwei logische Token-Ringe gebildet, in denen jeweils ein Token umläuft. Wird nun der Übertragungskanal b zwischen den Punkten 20 und 21, wie durch eine gestrichelte Linie angekennzeichnet, wieder verbunden, so liegt der Fehlerfall eines Mehrfach-Tokens vor. Beim Aussenden von Botschaften auf einem der beiden Segmente erkennen die Teilnehmer des jeweiligen anderen Segmentes, entweder die Teilnehmer 14 und 15 oder die Teilnehmer 16, 17, 18 und 19, auf dem Übertragungskanal b sporadisch korrekte Start- und Prüfzeichen, während auf Übertragungskanal a keine Zeichen erkannt werden. Die Teilnehmer wählen den Übertragungskanal b als Empfangskanal aus. Der Mehrfach-Token wird nun mit den üblichen Methoden des Token-Passing-Verfahrens aufgelöst, indem z. B. ein zweiter Teilnehmer, der gerade im Token-Besitz ist, seinen Token abwirft, wenn eine empfangene Botschaft eine Aufruf- oder Token-Botschaft ist. Wenn beispielsweise die Teilnehmer 14 und 16 gleichzeitig in Token-Besitz sind und der Teilnehmer 14 eine Token-Botschaft des Teilnehmers 16 empfängt, so wirft Teilnehmer 14 seinen Token ab.

Obwohl die Behandlung von Fehlerzuständen auf den redundant ausgeführten Übertragungskanälen nur für das Buszugriffsverfahren nach dem Token-Passing-Prinzip erläutert wurde, ist die erfundungsgemäße Zugriffssteuerung auch auf andere Buszugriffsverfahren ohne Einschränkung anwendbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Zugriffs auf mehrere redundant ausgeführte Übertragungskanäle (a, b), bei welchem

- ein sendernder Teilnehmer (1) eine zu übertragende Botschaft gleichzeitig auf mehrere Übertragungskanäle (a, b) sendet und
- ein empfangender Teilnehmer die Botschaft

auf einem Übertragungskanal (a, b) empfängt und gleichzeitig auf dem oder den weiteren Kanälen (b; a) mithört,
dadurch gekennzeichnet,

- daß der empfangende Teilnehmer die korrekte Übertragung mehrerer Botschaften auf den Übertragungskanälen (a, b) überwacht, jeweils einen Vergleichswert zur Beurteilung der Übertragungssicherheit der einzelnen Übertragungskanäle (a, b) bildet und in Abhängigkeit von diesen Vergleichswerten einen Übertragungskanal (a, b) zum Empfang einer Botschaft auswählt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß zur Überwachung der korrekten Übertragung von Botschaften Startzeichen (SD), die jeweils den Beginn einer Botschaft kennzeichnen, und Prüfzeichen, die sich jeweils am Ende einer Botschaft befinden, überprüft werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Anzahl der jeweils auf den Übertragungskanälen (a, b) korrekt erkannten Startzeichen (SD) und Prüfzeichen ermittelt und verglichen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß zum paarweisen Vergleich ein Zähler bei auf dem einen Übertragungskanal (a; b) korrekt erkannten Startzeichen (SD) und Prüfzeichen inkrementiert und bei auf dem anderen Übertragungskanal (b; a) korrekt erkannen dekrementiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet,

- daß der empfangende Teilnehmer, falls die Vergleichswerte aller Übertragungskanäle (a, b) über einer vorgegebenen Schwelle liegen, eine Botschaft erst zur Verarbeitung weiterleitet, wenn die letzte Botschaft auf den Übertragungskanälen (a, b) eintrifft, und
- daß andernfalls Übertragungskanäle (a, b) mit geringer Übertragungssicherheit, deren Vergleichswert eine vorgegebene Schwelle unterschreitet, von der Auswahl ausgeschlossen werden und eine empfangene Botschaft in dem empfangenden Teilnehmer erst nach Verstreichen eines vorgegebenen ersten Zeitintervalls (T_{MSD}), das dem um einen Sicherheitsbetrag erhöhten maximalen Zeitversatz der Botschaft auf den verschiedenen Übertragungskanälen (a, b) entspricht, zur weiteren Verarbeitung weitergeleitet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

- daß der empfangende Teilnehmer den Übertragungskanal (a, b) zum Empfang der Botschaft auswählt, auf welchem das Startzeichen (SD) zuletzt erkannt wird, wenn die Vergleichswerte aller Übertragungskanäle (a, b) über einer vorgegebenen Schwelle liegen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

- daß der empfangende Teilnehmer zur Auswahl des Empfangskanals (a, b) nur die Startzeichen (SD) auswertet, die nach Erkennen des

zuerst ankommenden Startzeichens (SD) innerhalb des vorgegebenen ersten Zeitintervalls (T_{MSD}) erkannt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

- daß die ab einem bereits erkannten Startzeichen (SD) empfangene Information in dem empfangenden Teilnehmer zwischengespeichert wird, bis ein weiteres Startzeichen (SD) innerhalb des ersten vorgegebenen Zeitintervalls (T_{MSD}) erkannt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet,

- daß ein Übertragungskanal (a, b) zum Empfang einer Botschaft zumindest ausgewählt bleibt, bis nach Start der Botschaft entweder das Ende erkannt wurde oder ein vorgegebenes zweites Zeitintervall verstrichen ist, das größer als die maximale Länge einer Botschaft ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

- daß ein Übertragungskanal (a, b) von der Auswahl ausgeschlossen und sein Vergleichswert unterhalb die Schwelle gelegt wird, wenn nach Start der Botschaft das vorgegebene zweite Zeitintervall verstrichen ist und innerhalb des zweiten Zeitintervalls kein Prüfzeichen erkannt wurde.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,

- daß ein von der Auswahl ausgeschlossener Übertragungskanal (a, b) erst nach Überschreiten einer vorgegebenen Anzahl korrekt erkannter Start- und Prüfzeichen von Botschaften wieder in die Auswahl einbezogen wird, indem der Vergleichswert um einen Betrag angehoben wird, so daß er die Schwelle nicht mehr unterschreitet.

12. Einrichtung zur Steuerung des Zugriffs auf mehrere redundant ausgeführte Übertragungskanäle (a, b), bei welchem ein sendernder Teilnehmer eine zu übertragende Botschaft gleichzeitig auf mehrere Übertragungskanäle (a, b) sendet und ein empfangender Teilnehmer die Botschaft auf einem Übertragungskanal (a; b) empfängt und gleichzeitig auf dem oder den weiteren Kanälen (b; a) mithört, dadurch gekennzeichnet,

- daß der empfangende Teilnehmer Mittel zur Überwachung einer korrekten Übertragung mehrerer Botschaften auf den Übertragungskanälen (a, b) und zur Erzeugung eines Vergleichswertes zur Beurteilung der Übertragungssicherheit der einzelnen Übertragungskanäle (a, b) aufweist, und
- daß Mittel zur Auswahl eines Übertragungskanals (a, b) zum Empfang einer Botschaft in Abhängigkeit von diesen Vergleichswerten vorhanden sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG 1

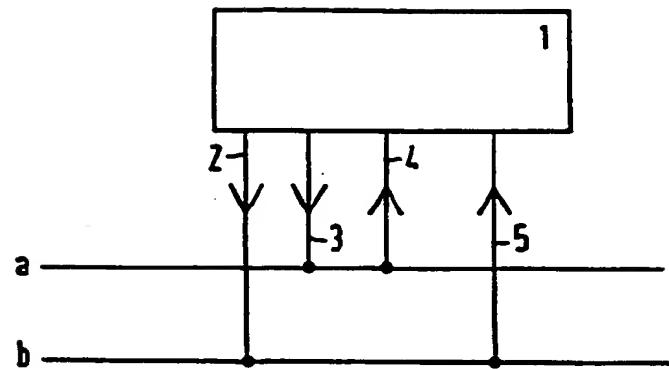


FIG 2

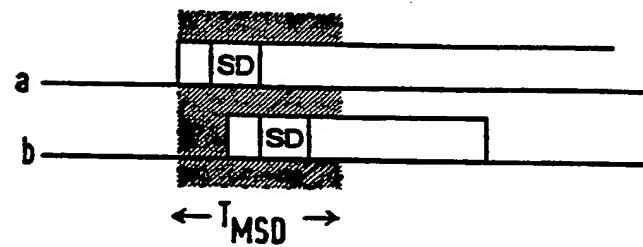


FIG 3

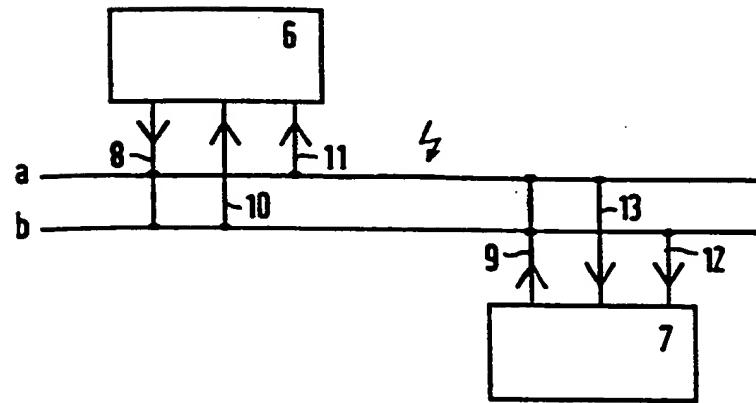


FIG 4

